

PLANEJAMENTO DO LAYOUT DE CANTEIROS DE OBRAS: APLICAÇÃO DO SLP (SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING)

Sérgio José Barbosa Elias

Universidade Federal do Ceará - Campus do Pici, bloco 714, CEP 60.455-760, Fortaleza - CE

Madalena Osório Leite

Universidade Federal do Ceará - Rua General Dutra, 250, CEP 60.175-220, Fortaleza - CE.
e-mail: madalenaite@hotmail.com

Regis Rafael Tavares da Silva

Universidade Federal do Ceará - Rua Escrivão Azevedo, 811, bloco 05, apto. 108, CEP 60.820-000,
Fortaleza - CE. e-mail: regisrafael@hotmail.com

Luís Carlos Aguiar Lopes

Porto Freire Engenharia e Incorporação Ltda. - Av. Expedicionários, 5571, CEP 60.410-410, Fortaleza - CE.

ABSTRACT

In order to survive in a highly competitive marketplace, some civil construction enterprises are implanting changes in its productive processes. This paper aims to demonstrate the application of the Systematic Layout Planning (SLP), MUTHER(1978), to the layout planning of building construction sites.

Gerência da Construção Civil.

Key words: civil construction, construction sites, layout planning.

1. INTRODUÇÃO

O aumento da competitividade no setor da construção civil faz com que as empresas procurem eliminar todas as deficiências na gestão dos processos construtivos e na gerência dos recursos humanos, visando aumentar suas produtividades. Segundo SCHALK(1982), os fatores que influem no trabalho, e conseqüentemente na produtividade, são os seguintes: a) o ambiente não-físico; b) o desenho do produto; c) a matéria prima; d) o processo de seqüência do trabalho; e) as instalações e os equipamentos; f) os instrumentos e as ferramentas; g) a disposição da área de trabalho; h) as ações dos trabalhadores; i) o ambiente físico geral.

No caso do planejamento das instalações dos canteiros de obras de edificações, observa-se uma ausência de critérios e bases teóricas para a sua realização, o que acarreta diversos problemas que interferem no processo produtivo. Embora muitas das deficiências identificadas nos canteiros de obras terem origem em etapas anteriores do empreendimento, tais como falta de compatibilização de projetos e de procedimentos de execução dos serviços, existe um grande potencial de ganho na implantação de melhorias nos canteiros.

O objetivo do planejamento do layout de um canteiro de obras é obter a melhor utilização do espaço disponível, locando ou arranjando operários, materiais e equipamentos, de forma que sejam criadas condições propícias para a realização de processos com eficiência, através de mudanças no sequenciamento de atividades, da redução de distâncias e tempos de deslocamento e da melhor preparação dos postos de trabalho. Segundo MOORE(1962), um projeto de layout ótimo é aquele que fornece a máxima satisfação para todas as partes envolvidas, resultando nos seguintes objetivos: a) simplificação total; b) minimizar custos de movimentação de materiais; c) implementar alta rotatividade de trabalho em processo; d) prover a efetiva utilização do espaço; e) prover a satisfação e segurança do trabalhador; f) evitar investimentos desnecessários de capital; g) estimular a efetiva utilização da mão de obra.

Este trabalho tem por objetivo demonstrar a aplicação do SLP (Systematic Layout Planning), MUTHER(1978), ao projeto de layout de canteiros de obras.

2. SISTEMATIZAÇÃO DE PROJETOS DE ARRANJO FÍSICO

O Sistema SPL (Systematic Layout Planning) é uma sistematização de projetos de arranjo físico. O mesmo consiste de uma estruturação de fases, de um modelo de procedimentos e de uma série de convenções para identificação, avaliação e visualização dos elementos e das áreas envolvidas no planejamento. Não se pode dizer que o modelo de procedimentos seja científico, pois o próprio planejamento de arranjo físico é considerado como um misto de arte e ciência. A sequência das fases do modelo de procedimentos está demonstrada na figura 1.

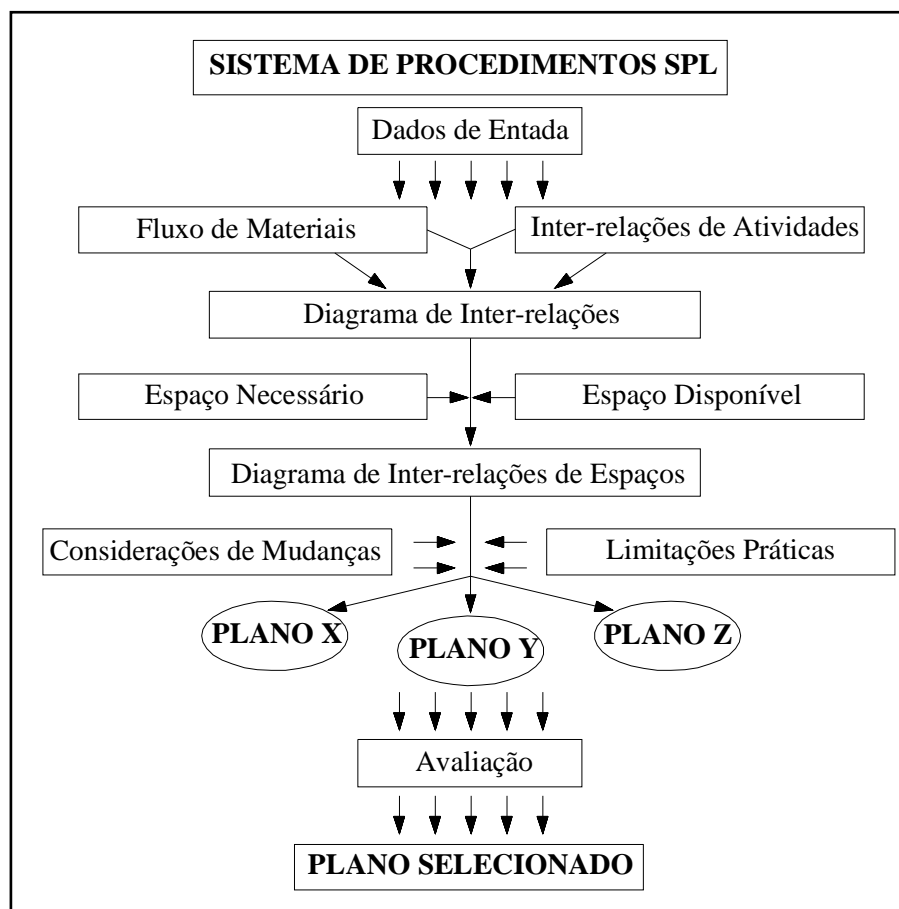


Figura 1 - O sistema de procedimentos SPL

Todo arranjo físico se baseia em três conceitos fundamentais:

- a) Inter-relações: grau relativo de dependência ou proximidade entre as atividades;
- b) Espaço: quantidade, tipo e forma ou configuração dos itens a serem posicionados;
- c) Ajuste: arranjo das áreas ou equipamentos da melhor maneira possível.

Esses três princípios são a essência de qualquer planejamento de arranjo físico, independente do produto, processo ou extensão do projeto.

A análise das informações sobre o produto, quantidade, roteiro, serviços de suporte e tempo constituem os dados de entrada para o desenvolvimento de um projeto de arranjo físico. Outro dado preliminar é a identificação das várias atividades incluídas no arranjo. O fluxo de materiais muitas vezes é o fator predominante para o arranjo físico. Para o planejamento do arranjo, determina-se a melhor sequência de movimentação dos materiais através das etapas exigidas pelo processo e da determinação da intensidade ou magnitude desses movimentos.

Além das áreas de produção, também as áreas de serviços de suporte devem ser consideradas no planejamento. Para isso é necessária uma forma sistemática para inter-relacionar as atividades de serviço umas às outras e para integrar os serviços de suporte ao fluxo de materiais. Para atingir esses objetivos, o melhor método é a carta de interligações preferenciais. Esses dois fatores são combinados no diagrama de inter-relações onde estão geograficamente relacionadas entre si as diversas atividades, departamentos ou áreas, sem considerar o espaço que cada um deles requer. Em seguida, tem-se as necessidades de espaço, obtidas por meio da análise de máquinas e equipamentos utilizados na produção e dos serviços envolvidos. Essas necessidades devem ser balanceadas de acordo com a disponibilidade de espaço.

Integrando os resultados desse balanceamento ao diagrama de inter-relações obtemos o diagrama de inter-relações de espaços. Esse diagrama ainda não é o arranjo físico definitivo, pois necessita ser ajustado e modificado ao se analisar todas as considerações de mudança: recursos de estocagem, topografia do terreno, suprimentos, controles e procedimentos. Essas novas considerações devem estar de acordo com as limitações práticas: custo, segurança, normas de construção, energia disponível, entre outras.

Durante o ajuste e a integração do diagrama de inter-relações de espaços conforme as considerações de mudança e as limitações práticas, surgem diversos planos para serem examinados. O sistema SPL denomina essas alternativas de planos X, Y e Z. No entanto, cada uma delas tem uma série de vantagens e desvantagens. O problema agora é determinar qual das opções será escolhida. Há, basicamente, três maneiras de se realizar essa seleção:

- a) Balanceamento das vantagens e desvantagens: consiste na listagem de todas as vantagens e desvantagens de cada alternativa. É provavelmente o método mais fácil dos três mencionados, mas também o menos preciso;
- b) Avaliação da análise dos fatores: basicamente o processo segue as seguintes etapas: 1) listar todos os fatores que são considerados importantes na seleção do melhor plano; 2) ponderar a importância relativa de cada um desses fatores em relação a cada um dos outros; 3) avaliar os planos alternativos seguindo um fator de cada vez; 4) reunir esses fatores avaliados e ponderados, e comparar o valor total dos diversos planos;
- c) Comparação e justificativa de custos: consiste essencialmente na comparação dos custos dos investimentos necessários e dos custos operacionais estimados dos planos alternativos.

Na maioria dos casos a análise de custos não é a base principal de decisão, sendo usada para suplementar outros métodos de avaliação.

O sistema de procedimentos SPL se completa quando o arranjo físico geral recebe aprovação. Quando este ponto é alcançado, pode-se iniciar a fase de planejamento detalhado do projeto. Devem ser feitas cópias do plano aprovado para serem distribuídas aos grupos de trabalho da empresa, o que auxiliará a integração dos planos posteriores ao que foi aprovado.

3. PROJETO DE LAYOUT DE CANTEIROS DE OBRAS

Os princípios básicos que embasam a elaboração de um projeto de layout ótimo são apresentados na tabela 1.

PRINCÍPIOS BÁSICOS	
Economia do movimento	→ Diminuir os deslocamentos dos operários no transporte de materiais, máquinas e equipamentos
Fluxo progressivo	→ Direcionar o fluxo de produção sempre no sentido do produto acabado
Flexibilidade	→ Propiciar ao conjunto produtivo opções e facilidades de mudanças posteriores a implantação do projeto de layout
Integração	→ Integrar as células produtivas no sentido do inter-relacionamento, tornando-as parte do mesmo organismo
Uso do espaço cúbico	→ Conhecer as necessidades de espaço nos vários planos e usar, caso necessário, superposições de planos de trabalho
Satisfação e segurança	→ Motivar os operários e melhorar as condições de higiene e segurança do trabalho

Tabela 1 - Princípios básicos para a elaboração de um projeto de layout ótimo

Para se iniciar a elaboração do projeto de layout é necessário dispor de uma série de informações referentes ao empreendimento, sintetizadas a seguir:

1. Projetos executivos revisados e compatibilizados;
2. Cronograma físico;
3. Cronograma de compras;
4. Especificações técnicas da obra;
5. Definição sobre compra de argamassas e/ou concretos prontos;
6. Norma Regulamentadora 18 - Condições e meio ambiente do trabalho na indústria da construção civil;
7. Produtividade dos operários para os diversos serviços da obra;
8. Estudos de inter-relacionamento homens/máquinas e equipamentos;
9. Definição da equipe técnica;
10. Definição do número máximo de funcionários na obra;
11. Definição dos processos construtivos a serem utilizados;
12. Endereço da obra;
13. Fornecimento de água potável;
14. Fornecimento de energia elétrica, entre outras.

Para a visualização do fluxo de materiais em projetos de layout de canteiros de obras, utiliza-se o diagrama de fluxo. Para auxiliar na elaboração do fluxograma é recomendável a preparação de um esboço do processo e da sequência de fabricação dos produtos. Quando os materiais utilizados são similares, pode-se adotar, por exemplo, para medir a intensidade ou magnitude do fluxo, o número de viagens dos operários entre os pontos de contato. Este cálculo pode ser feito através da quantidade de peças de transporte de materiais necessária para a confecção de um determinado produto e a velocidade com que são transportadas. As ligações que apresentarem maior número de contatos dos operários indicarão maior proximidade entre depósitos, células produtivas, meios de transporte vertical, entre outros.

A consideração do fluxo isoladamente não é a melhor base para o planejamento das instalações de canteiros de obras. A carta de interligações preferenciais, demonstrada na figura 2, é a melhor maneira de integrar os serviços de apoio aos departamentos de produção. Essa carta é uma matriz triangular onde é representado o grau de proximidade e o tipo de inter-relação entre uma certa atividade e cada uma das outras. Os procedimentos para a construção de uma carta de interligações preferenciais estão descritos na tabela 2.

PROCEDIMENTOS PARA A CONSTRUÇÃO DA CARTA DE INTERLIGAÇÕES PREFERENCIAIS
<ol style="list-style-type: none">1. Identificar todas as atividades:<ol style="list-style-type: none">a) fazer uma lista de departamentos, áreas, operações ou características e fazer com que os chefes e supervisores de cada departamento verifiquem a abrangência e terminologia da lista;b) agrupar as atividades semelhantes num diagrama de organização;c) não utilizar mais de quarenta e cinco atividades numa carta. Reunir essas atividades em grupos, segundo algum critério.2. Listar as atividades numa carta de interligações preferenciais:<ol style="list-style-type: none">a) estabelecer as operações produtivas primeiro, depois os serviços de apoio;b) incluir características de prédios e terrenos.3. Determinar as interligações entre cada par de atividades e as razões para isso. Isso pode ser feito:<ol style="list-style-type: none">a) pelo conhecimento do projetista das práticas de operação;b) levando em conta todas as considerações, ou razões, da mesma forma que no caso do fluxo de materiais;c) discutindo com os chefes e supervisores de departamento;d) através de explicações em grupo e utilização de folhas de inter-ligações;e) através de discussões em grupo, reunindo os chefes principais.4. Colocar todos os dados na carta, pois ela será a base principal para o planejamento das instalações:<ol style="list-style-type: none">a) a carta funcionará como um lista de verificação, assegurando que todas as atividades foram listadas, bem como suas inter-relações com as demais;b) conseguir aprovação.

Tabela 2 - Procedimentos para a construção da carta de interligações preferenciais

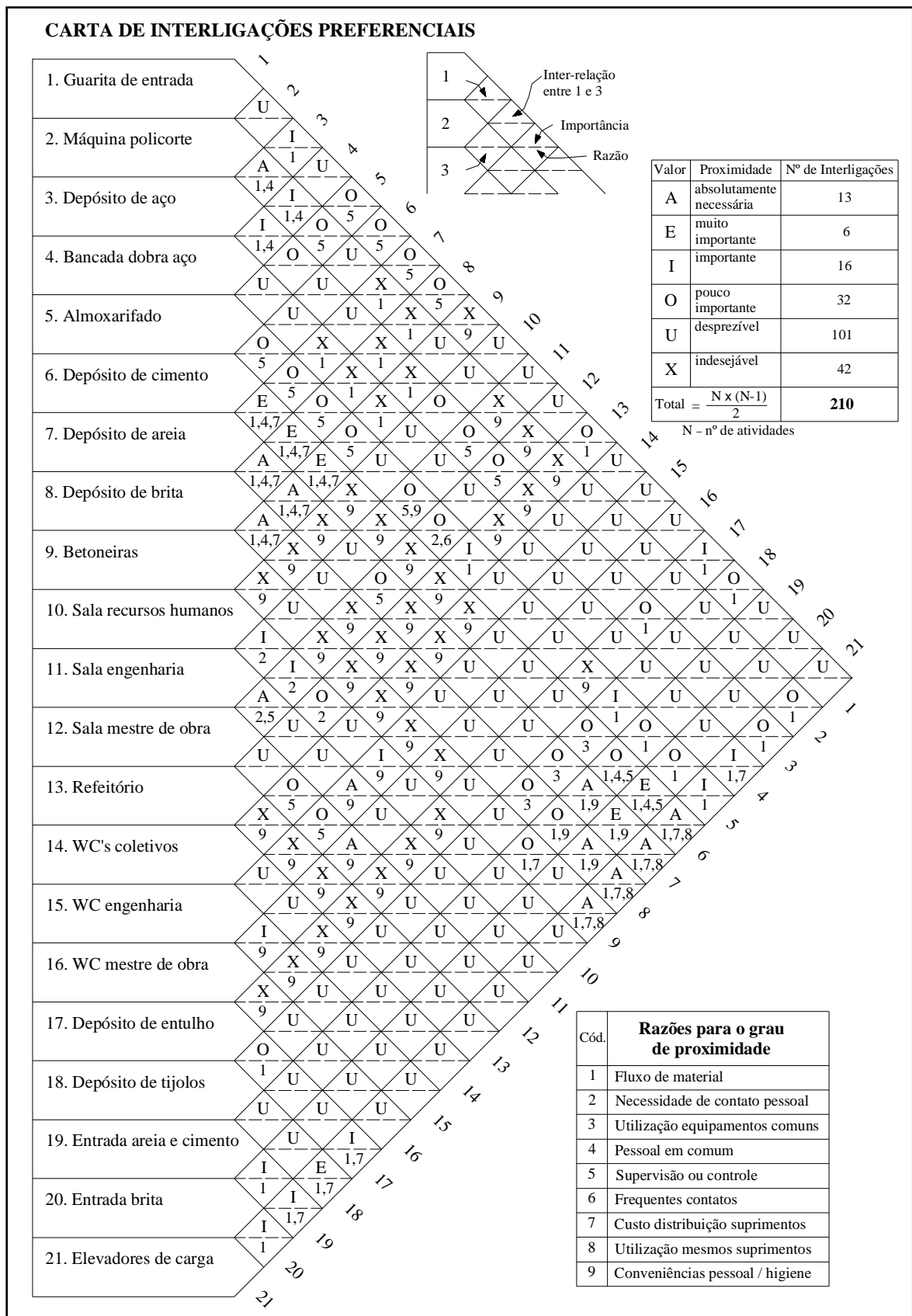


Figura 2 - Carta de interligações preferenciais

A partir das relações de fluxo de materiais, combinadas com a carta de interligações preferenciais, inicia-se a construção do diagrama de inter-relações. Cada área departamental do canteiro de obras é representada por um retângulo e a intensidade do

fluxo pelas linhas que ligam cada par de departamentos. Desenha-se, primeiramente, as interligações classe “A”, como por exemplo, as ligações entre as betoneiras e os depósitos de brita e areia. Depois das inter-relações classe “A” estarem diagramadas e rearranjadas, as relações da classe “E” são acrescentadas. O mesmo deve ser feito para as inter-relações classe “I”, “O” e “U”. O diagrama acabado representa a interligação teórica ideal das atividades, independente da área necessária para cada um dos departamentos.

Para a determinação dos espaços necessários para os diversos departamentos das instalações de um canteiro de obras, utiliza-se o método numérico. Em essência, o método faz a determinação da área de cada elemento de espaço, multiplica-a pelo número de elementos necessários para a realização do trabalho e adiciona um espaço extra. Para projetos de layout de canteiros de obras, cada equipamento é listado, anotando-se a área ocupada pela máquina, a área de trabalho do operador e a área para a colocação dos materiais. Por exemplo, no dimensionamento da área total para a instalação de uma betoneira deve constar a área do equipamento, a área necessária para a máquina ser colocada em funcionamento e para ser suprida de aglomerantes e agregados utilizados na produção de argamassas e concretos.

A determinação do número de máquinas deve incluir várias considerações além da capacidade de operação das próprias máquinas. Fatores como horas de trabalho disponíveis para operação, preparação e frequência das operações, tempos perdidos por várias razões, refugos de produção, picos de produção, afetam na determinação da quantidade de máquinas necessárias. Para se calcular a quantidade de elevadores de carga de uma obra, por exemplo, deve-se conhecer a velocidade e a capacidade de transporte, a quantidade e o tipo de material a ser transportado, o tempo de carga e descarga, entre outros.

Após o cálculo dos espaços necessários para cada departamento e célula de produção, ajusta-se as áreas encontradas de acordo com os espaços disponíveis no canteiro de obras. O diagrama de inter-relações de espaços deve ser baseado no diagrama de inter-relações, agora com os departamentos desenhados em escala de acordo com o espaço determinado.

Cada projeto de canteiro de obras terá uma lista diferente de considerações. O sistema de manuseio e os recursos de armazenamento são as considerações mais importantes e, de acordo com o sistema escolhido, o diagrama de inter-relações poderá ser modificado. Quando os requerimentos de espaços para a armazenagem são estabelecidos, tem-se alguma idéia sobre a forma de estocagem dos materiais. De qualquer maneira, o projeto de layout deve ser reexaminado à luz do diagrama de inter-relações de espaços e de outras considerações de mudança com os quais os recursos de armazenagem se integram. As considerações que ditam restrições ao planejamento são as limitações práticas. A política da empresa, as normas trabalhistas, as características físicas da localização da obra, entre outras, exercem limitações no arranjo físico.

Em qualquer caso, através da integração das considerações de mudança ao diagrama de inter-relações de espaços e através da retirada das alternativas impraticáveis, pode-se alcançar de dois a três planos. O próximo passo será determinar qual deles será selecionado, utilizando um dos processos de escolha já mencionados anteriormente.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Já é possível encontrar, na realidade dos canteiros de obras de algumas empresas construtoras brasileiras, uma série de modificações nos processos construtivos utilizados,

que conduzem a uma maior fluidez do trabalho e, em consequência, a aumentos de produtividade e a melhorias na qualidade do produto final. Tais modificações poderiam ser ainda mais otimizadas caso o planejamento das instalações dos canteiros de obras não fosse realizado, na grande maioria dos casos, com uma quase total ausência de critérios e bases teóricas, acarretando diversos problemas que interferem no processo produtivo.

Procurou-se portanto, com este trabalho, contribuir com mais uma ferramenta de otimização dos processos produtivos no setor da construção civil, trazendo um referencial para a elaboração de projetos ótimos de layout de canteiros de obras, de forma que sejam criadas condições propícias para a realização de processos com eficiência, relacionadas a mudanças no sequenciamento de atividades, a redução de distâncias e de tempos de deslocamento e a melhor preparação dos postos de trabalho.

É válido salientar que o sistema SPL (Systematic Layout Planning) foi aplicado no planejamento do layout de um canteiro de obras de uma empresa de construção de edificações de Fortaleza-CE. Devido aos excelentes resultados obtidos, a empresa padronizou essa metodologia para todas as suas obras.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ELIAS, S.J.B.; SILVA, R.R.T. da; LEITE, M.O.; ARAÚJO FILHO, C.F. de. Procedimento de distribuição de argamassa em obras verticais: sistema de previsão de entrega - estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO (1998 : Florianópolis). **Anais do VII ENTAC**. Florianópolis : ANTAC, 1998. p. 715-721.
- LOPES, L.C.A. **Proposta de layout para canteiros de obras verticais**. Fortaleza, 1996. Monografia (Especialização em Engenharia de Produção) - Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Ceará.
- MOORE, J.M. **Plant layout and design**. New York : Macmillan Publishing Company, 1962.
- MUTHER, R. **Planejamento do layout: sistema SLP**. São Paulo : Edgard Blücher, 1978.
- OLIVEIRA, M.; LANTELME, E; FORMOSO, C.T. **Sistema de indicadores de qualidade e produtividade para a construção civil**. Porto Alegre : SEBRAE, 1995.
- OLIVEIRA, M.E.R. e; LEÃO, S.M.C. Planejamento das instalações de canteiros de obras: aspectos que interferem na produtividade. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (1997 : Gramado). **Anais do XVII ENEGEP**. Gramado : ENEGEP, 1997.
- SCARDOELLI, L.S.; SILVA, M.F.S. e; FORMOSO, C.T.; HEINECK, L.F.M. **Melhorias de qualidade e produtividade: iniciativas das empresas da construção civil**. Porto Alegre : SEBRAE, 1994.
- SCHALK, E.G.; FONTES, L.B.; BORBA, G.G. **Produtividade do trabalhador brasileiro**. São Paulo : Fundação Emílio Odebrecht, 1982.
- VIEIRA, N.L. **Engenharia de métodos**. Rio de Janeiro : CNI, 1989.